

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-174599

(43)Date of publication of application : 24.06.1994

(51)Int.Cl.

G01M 17/00
B60R 16/02
// B60T 8/90

(21)Application number : 04-323134

(71)Applicant : NEC CORP
NALDEC KK
MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 02.12.1992

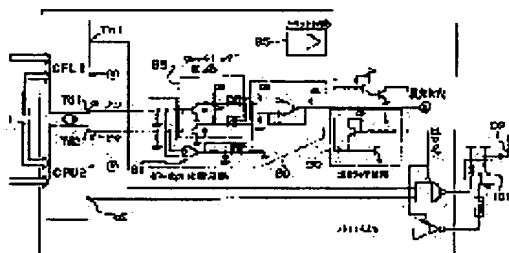
(72)Inventor : KATO SHINJI
TAGAWA SHINJI
MICHIIHARA OSAMU
SONE AKIRA

(54) FAULT DIAGNOSING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a method for diagnosing a fault in which a small trouble difficult to be detected by a conventional watch dog can be detected and its detecting time can be shortened.

CONSTITUTION: A method for diagnosing faults of control units in a control system having a plurality of the control units CPU1, CPU2 comprises the steps of processing as prescribed the units, mutually comparing output data indicating the processed results by a dummy output comparator 80 provided out of the units, and diagnosing to be a fault in any unit if both discord. The unit can output a dummy output which is not externally output of the control system to the comparator in addition to the output for an actual control.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3343143

[Date of registration]

23.08.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The troubleshooting approach which is the troubleshooting approach of each control unit in the control system equipped with two or more control units, and the mutual comparison of each output data in which this processing result is shown is carried out by the inequality detector in which it was prepared to the exterior of a control unit, and is characterized by diagnosing that one of control units is failures at least when both are inequalities while making predetermined processing perform to each above-mentioned control unit.

[Claim 2] It is the troubleshooting approach characterized by outputting the dummy output which is not outputted to the exterior of a control system in the troubleshooting approach according to claim 1 apart from the output for control with each above-mentioned actual control unit to the above-mentioned inequality detector.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the troubleshooting approach of each control unit in the control system equipped with two or more control units.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to prevent incorrect actuation of the system by failure of a control unit conventionally, when a self-checking function is given to a control unit and it diagnoses as failure by this self-test, generally making it make that output cut is performed well (for example, refer to JP,61-107436,A). Moreover, when the processing time is supervised and this separates from the predetermined range as such a troubleshooting approach of a control unit, and the troubleshooting approach which can be especially performed into normal operation, the approach (the so-called watch locking dog) of diagnosing as failure is learned, and the method of performing troubleshooting of a control unit is learned by the monitor (internal watch locking dog) of the processing time by software, or the monitor (external watch locking dog) of the processing time by software and hardware.

[0003] Especially for example, when it is a control system with a high significance, in order to fully secure the dependability like 4WS (four-flower steering) control in an automobile, or ABS control Although it is thinking of enabling it to perform control convenient with other control units even if it prepares two or more control units and one breaks down Thus, in the control system equipped with two or more control units, the fault detection engine performance can greatly be raised by making the health check to which each control unit supervises the processing time of other control units perform.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the control system equipped with two or more control units as mentioned above, when the mutual processing time is supervised, fault detection is performed by the watch locking-dog function prepared in each control unit and all the following failures occur in coincidence, it is difficult to detect this.

**** When all the control units break down according to generating of a source effect or a heavy current community noise etc.**

**** When it is failures of a type undetectable [with a watch locking dog], such as failure while performing processing set as the object of a watch locking dog in a watchdog timer.**

**** When it is the failures which do not start a health check, such as failure which passes the program of a health check.**

Although the above failures of the probability of the generating are very low, when the dependability of a system is extremely required of altitude, to enable it to detect this is desired.

[0005] Moreover, since the above-mentioned watch locking dog supervises the processing time over fixed processings, such as for example, a control period, it cannot obtain the result of troubleshooting until the processing time (for example, one period of control) passes at least. Furthermore, since the above-mentioned watch locking dog was only processing which finally compares a timer value, the applicable range was limited to some extent.

[0006] Then, with the conventional watch locking dog, this invention can also detect the slight failure with difficult detection, and is made for the purpose of offering the troubleshooting approach which can moreover shorten detection time.

[0007]

[Means for Solving the Problem] For this reason, it is the troubleshooting approach of each control unit in the control system equipped with two or more control units, and invention of the 1st of this application

carries out the mutual comparison of each output data in which this processing result is shown by the inequality detector in which it was prepared to the exterior of a control unit, and when both are inequalities, it is characterized by diagnosing that one of control units is failures at least, while making predetermined processing perform to each above-mentioned control unit.

[0008] Moreover, invention of the 2nd of this application is characterized by each above-mentioned control unit outputting the dummy output which is not outputted to the exterior of a control system to the above-mentioned inequality detector apart from the output for actual control in the 1st above-mentioned invention.

[0009]

[Effect of the Invention] According to invention of the 1st of this application, the inequality detector which detects failure of each control unit Since it is prepared in the exterior of a control unit, while being able to compare about each control unit by the result of the last which finished all processings and being able to perform more synthetic fault detection To being one or more periods of control, by this invention approach, the time amount which a failure judging takes is only gap of the clock between control units or an output period, and can usually shorten failure judging time amount sharply with the conventional watch locking dog. Moreover, since fault detection is performed by detecting the inequality of a processing result in the above-mentioned inequality detector, only by processings differing slightly between each control unit, a thing judgment is made and a mutual processing result can detect failure of each control unit more certainly compared with a different case where the AND circuit is generally performing fault detection conventionally. Therefore, even when it is unusual, few things [things] do not start coincidence failure, the conventional watch locking dog, or health check of all control units and which detect become possible. Furthermore, since the data of the processing result instead of easy timer processing can be compared like the conventional watch locking dog, the applicability of troubleshooting can be extended compared with the former.

[0010] Moreover, according to invention of the 2nd of this application, fundamentally, the same effectiveness as the 1st above-mentioned invention can be done so. And moreover, apart from the output for actual control, since each above-mentioned control unit can output the above-mentioned dummy output to the above-mentioned inequality detector, also about the various processings which cannot be outputted to the exterior of a control system, it can compare the processing result of each control unit, and can extend the applicability of troubleshooting further.

[0011]

[Example] The case where the example of this invention is hereafter applied to troubleshooting of the control unit which performs ABS / traction control of an automobile is taken for an example, and it explains to a detail based on an accompanying drawing. First, the automobile concerning this example mainly concerns and the configuration of a brake fluid pressure circuit is explained. For 1 floor line, in drawing 1 , a forward left ring and 1FR are [a left rear ring and 1RR of a forward right ring and 1RL] right rear rings. An engine 2 is carried in car-body anterior part every width, and after the generating torque in this engine 2 is transmitted to a clutch 3, a change gear 4, and the differential gear 5, it is transmitted to forward left ring 1 floor line through right drive shaft 6R again at forward right ring 1FR through left drive shaft 6L. Thus, front-wheel 1 floor line and 1FR are used as a driving wheel, and let the car be the front drive vehicle with which rear wheel 1RL and 1RR were used as the coupled driving wheel.

[0012] Let brake 7FR-7RR with which each wheel was equipped be the disk brake made into the oil pressure controller. Moreover, let the master cylinder 8 as a brake fluid pressure generation source be the tandem die which has two deliveries 8a and 8b. The brake piping 13 extended from one delivery 8a of this master cylinder 8 branches to two on the way, branch-line 13F are connected to forward left rotational application brake 7floor line (wheel cylinder equipped in the caliper), and branch-line 13R is connected to right rear rotational application brake 7RR. The branch line 14 extended from delivery 8b of another side of a master cylinder 8 also branches to two, branch-line 14F are connected to forward right rotational application brake 7FR, and branch-line 14R is connected to left rear rotational application brake 7RL.

[0013] Electromagnetic fluid pressure regulator-valve 15L or 15R is connected to the branch lines 13F and 14F for the object for front wheels, i.e., driving wheels, and electromagnetic closing motion valve 16L or 16R is connected to the branch lines 13R and 14R for rear wheels at them. The fluid pressure regulator valves 15L and 15R switch the brake fluid pressure supply from the master cylinder 8 to brake 7floor line and 7FR, and the mode which releases the brake fluid pressure of this brake 7floor line and 7FR to the reservoir tanks 22L and 22R through Piping 21L and 21R, and this change-over control is performed by the control signal from the control unit with which the control section U was equipped. Moreover, the brake fluid of reservoir tank 21L is returned to piping 13 by pump 23L through piping 25L to which check valve

24L was connected, and the brake fluid of reservoir tank 22R is similarly returned to piping 14 by pump 23R through piping 25R to which check valve 24R was connected.

[0014] The treading-in force over a brake pedal 12 is transmitted to a master cylinder 8 through a booster 11, i.e., a brake booster. Although it is the same as the vacuum booster well known from the former fundamentally, this booster 11 is constituted so that a redoubling operation may be performed, even if treading-in actuation of a brake pedal is not more preferably performed so that it may mention later in the case of slip control.

[0015] A booster 11 has the case 31 fixed to the car body and the master cylinder 8, and the inside of this case 31 is formed by 35 [room / 1st / room / 2nd] with 34 with diaphragm 32 and the valve body 33 fixed to this. The 1st room (for example, inhalation-of-air negative pressure of an engine 2) of negative pressure is always supplied to 34, when treading-in actuation of the brake pedal is not carried out, 35 [room / 2nd / room / 1st] is opened for free passage with 34, and it considers as the condition that actuation of a booster 11 was suspended. And if a brake pedal 12 is broken in and operated, the 2nd room of an atmospheric pressure is supplied to 35, diaphragm 32 will displace to the front with a valve body 33 by this, and a redoubling function will be performed.

[0016] Fundamentally, the 2nd room of a change with the negative pressure supply and atmospheric-pressure supply to 35 is made with the valve gear equipped in the valve body 33. This valve body 33 part is explained based on drawing 2 . First, a valve body 33 has the power piston 41 fixed to diaphragm 32, and fitting of a reaction disc 42 and the end face section of an output shaft 43 is carried out into crevice 41a formed in this power piston 41. This output shaft 43 turns into an input shaft of a master cylinder 8. Moreover, the valve plunger 45 is attached in the valve body 33 at the point of the input shaft 44 connected with the brake pedal 12. The vacuum valve 46 is arranged behind this valve plunger 45.

[0017] The pressure installation path 50 is formed in the power piston 41, and this pressure installation path 50 is always opened for free passage by the space X formed in the perimeter of said valve plunger 45. The 2nd room of this space X is always opened for free passage with 35. And the valve seat 47 by which said vacuum valve 46 is ***** (ed) by the open end by the side of the space X of the pressure installation path 50 is formed. Moreover, the vacuum valve 46 is ***** (ed) also to valve seat 45a formed in the back end of a valve plunger 45.

[0018] In the above configurations, the case where negative pressure is now introduced into the pressure installation path 50 is assumed. It is estranged in ** and the valve seat 47 to which it is in the condition of drawing 2 , and the vacuum valve 46 sits down to valve seat 45a according to the energization force of springs 48 and 49 in this condition when treading-in actuation of the brake pedal 12 is not carried out. Therefore, the 2nd room of the negative pressure from the pressure installation path 50 is introduced into 35 through Space X, and a redoubling operation is not performed.

[0019] If a brake pedal 12 is broken in and operated, ***** (***** in drawing) of an input shaft 44, therefore the valve plunger 45 will be carried out. In the case of this ***** , the vacuum valve 46 sits down to a valve seat 47 first, and intercepts a free passage with Space X and the pressure installation path 50, and valve seat 45a is estranged to the vacuum valve 46 after that. When this vacuum valve 46 and valve seat 45a estrange, the atmospheric pressure from the back of a valve body 33 is introduced into Space X, and 35 [room / 2nd] becomes atmospheric pressure. By this, diaphragm 32 displaces to the front with a valve body 33, consequently an output shaft 43 ***** , and a redoubling operation is performed. The brake reaction force from a master cylinder 8 is transmitted to a valve plunger 45, therefore a brake pedal 12 through a reaction disc 42. When the treading-in operating physical force of a brake pedal 12 is released, it will return to the condition of drawing 2 with a return spring 36 (refer to drawing 1), and will prepare for the next redoubling operation.

[0020] Although the part explained above is the same as a known vacuum booster, he is trying to switch it to the condition of making the condition of making the 1st room of the negative pressure of 34 introducing to the pressure installation path 50 for slip control, and atmospheric pressure introducing more preferably, by this example. That is, the 1st room of 34 and the pressure installation path 50 are connected through piping 37, and the method solenoid operated directional control valve 38 (refer to drawing 1) of three is connected to this piping 37. This change-over valve 38 makes 34 open the 1st room of the pressure installation path 50 for free passage at the time of demagnetization, and makes the pressure installation path 50 introduce atmospheric pressure at the time of excitation. When this change-over valve 38 is excited and an atmospheric pressure is introduced into the pressure installation path 50, 35 becomes an atmospheric pressure even if the 2nd room of treading-in actuation of a brake pedal 12 is not performed by aforementioned following space X, consequently it performs a redoubling operation, and makes a master

cylinder 8 generate brake fluid pressure.

[0021] Drawing 3 shows a control system in simple, and the inside U of the said drawing is the control section which has the control unit constituted using micro KONKO pewter. Later, the control unit of plurality (for example, two pieces) is prepared in this control section U so that it may explain in detail. A sensor or the signal from switches S1-S8 is inputted into the control unit in the above-mentioned control section U. a sensor S1 - S4 -- each -- the rotational speed of wheel 1 floor-line-1RR is detected. A switch S5 is an accelerator switch set to ON, when an accelerator pedal 10 becomes a close by-pass bulb completely. Switches S6 and S7 operate, when treading-in actuation of the brake pedal 12 is carried out, respectively, one switch is used as a normally open mold, for example, the normally closed mold of another side is carried out. A sensor S8 detects an engine speed. Moreover, although outputted to each equipment shown in drawing 3 from the control unit in a control section U, a sign 9 is a torque adjustment device which adjusts the generating torque of an engine 2. In addition, the torque adjustment device 9 performs generating torque adjustment with carrying out inhalation air content adjustment, for example or the combination of the number of fuel cut gas columns, and ignition timing adjustment.

[0022] Next, the outline of slip control is explained, also referring to drawing 4 . In addition, drawing 4 has shown the case where the slip had not arisen in left driving wheel 4 floor line, and a big slip arises in right driving wheel 1FR to the example.

[0023] ** an engine system -- first, initiation of engine control is started, when the slip value of the larger one turns into more than a predetermined initiation threshold among each slip value of right-and-left front-wheel 1 floor line and 1FR (at the t1 time of drawing 4). Engine control is performed by carrying out feedback control of the torque adjustment device 9 so that an actual slip value may turn into the desired value STE for engines (the 1st desired value). The termination of engine control is performed, when an accelerator becomes a close by-pass bulb completely, or when the time amount from which the actual slip value was set to threshold SC for control continuation (it is smallness from the 1st desired value) continues beyond predetermined time (t6-t7 of drawing 4).

[0024] ** Initiation of brake control brake control is considered as the time of satisfying all the following conditions. The 1st start condition is [engine] under control. The 2nd start condition is that the difference of the actual slip value of right-and-left driving wheel 1Fl and 1FR became beyond a predetermined value (t2 of drawing 4). the 1st [predetermined / start condition / 3rd / in the vehicle speed] -- it is less than [vehicle speed V1]. The 4th start condition is having gone through the predetermined time delay mentioned later.

[0025] while expecting response delay, exciting initiation, simultaneously the change-over valve 38 of engine control in advance of initiation of this brake control and making a booster 11 into a redoubling operation condition -- the fluid pressure regulator valves 15L and 15R -- a relief location -- moreover, let the closing motion valves 16L and 16R be close. And brake control will be started, if an actual slip value comes to show predetermined deceleration after exciting a change-over valve 38 (time amount until predetermined deceleration is shown made into said time delay drawing 4 between t2-t3).

[0026] Individual independence is achieved about right-and-left driving wheel 1Fl and 1FR, and brake control is performed by carrying out feedback control of the fluid pressure regulator valves 15L and 15R so that a respectively actual slip value may turn into the desired value STB for brakes (the 2nd desired value) (> STE) (duty control).

[0027] The termination of brake control is performed when any following one condition is satisfied. The 1st termination condition is a time of engine control being stopped. The 2nd termination condition is a time of the vehicle speed turning into the high vehicle speed more than 2nd vehicle speed V2 ($V2 > V1$) predetermined. It is a time of each control signal over the fluid pressure regulator valves 15L and 15R on either side showing reduced pressure, and the 3rd termination condition carrying out predetermined time (example 500msec(s)) continuation (t4-t5 of drawing 4).

[0028] The 4th termination condition is [both] a time of the brake fluid pressure of brake 7 floor line on either side and 7FR becoming zero. It is a time of the 5th termination condition being detected with either of the switches S6 and S7 that treading-in actuation of the brake pedal 12 was carried out (when it is detected that treading-in actuation of the brake pedal 12 is carried out by switches S6 and S7, initiation of brake control is forbidden).

[0029] As long as engine control is performed in the case of a brake control termination, the change-over valve 38 is operating, the fluid pressure regulator valves 15L and 15R are in a relief location, and the closing motion valves 16L and 16R are made into a closed state (the same condition as the standby condition to brake control initiation). And when treading-in actuation of the time of engine control being stopped or the

brake pedal 12 is carried out, a change-over valve 38 is demagnetized.

[0030] In this example, as described above, control of fluid pressure regulator-valve 15L which adjusts the brake fluid pressure by the side of a front wheel, i.e., a driving wheel, and 15R ** is performed by the control signal from the control unit in the above-mentioned control section U, but the above-mentioned control section U is equipped with two control units, and even when both [these] control units perform troubleshooting by the health check and either breaks down, it can perform control convenient by another side.

[0031] Hereafter, the troubleshooting approach of the control unit of the above-mentioned plurality (two pieces) is explained. As shown in drawing 5, the above-mentioned control section can be equipped with two control units CPU1 and CPU2, and the data exchange of both control unit CPU1 and CPU2 can be mutually carried out now. The dummy output section (output terminal: Td1, Td2) which outputs the dummy signal for troubleshooting is prepared so that each control units CPU1 and CPU2 may be explained in detail in the back other than the output section (output terminal: Ta1, Ta2) which outputs an original control signal. The dummy signal outputted from each control units CPU1 and CPU2 is inputted into the dummy output comparator circuit 80 as an inequality detector as used in the field of this application while it is inputted into the watch locking-dog circuit 85. The output latch circuit 90 is formed in the output side of the above-mentioned watch locking-dog circuit 85 and the dummy output comparator circuit 80. Moreover, the reset circuit 95 is attached to this output latch circuit 90.

[0032] moreover -- this example -- the above-mentioned fluid pressure regulator valve 15 (15L, 15R) -- electromagnetism -- it consists of solenoid valves, for example, is operated by the output signal (solenoid output) from one control unit CPU2, and the failsafe relay 101 and the warning lamp 102 are formed in the solenoid-valve drive circuit.

[0033] The above-mentioned dummy output is the output signal generated apart from the output for actual control for [which is not outputted to the exterior of a control system] troubleshooting. As an approach of generating this dummy output, how to make dummy output data change periodically independently with actual control can be considered, for example according to a certain fixed convention. Moreover, after processing the output data used for actual control instead of a dummy output remaining as it is or if needed, you may make it output as a dummy output. Furthermore, although it is difficult to carry out during actual control, it is good also considering the result of carrying out functional actuation of all the hardware inside CPU, as a dummy output. Furthermore, since that detection will become difficult again if failure arises in this fixed place when the data of a dummy output become fixed, you may make it use the data which performed a certain processing and were changed as a dummy output.

[0034] Moreover, the following approaches can be considered as an output method of the above-mentioned dummy output data.

- The dummy output of the dummy output data is carried out with pulse width (PWM). In this case, you may make it expand or reduce pulse width.
- The dummy output of the dummy output data is carried out a pulse period (FM).
- D/A conversion of the dummy output data is carried out, and a dummy output is carried out with an analog quantity.
- The dummy output of the dummy output data is carried out at parallel.

[0035] By equipping the above-mentioned dummy output comparator circuit 80 with an exclusive "or" circuit 81, and detecting an inequality about two output signals inputted from control units CPU1 and CPU2 Detect failure of control units CPU1 and CPU2, and only by processings differing slightly among each control units CPU [CPU1 and] 2, mutual processing results differed and a thing judgment is made. Conventionally, generally an AND circuit can detect more certainly failure of each control units CPU1 and CPU2 compared with the case where fault detection is being performed.

[0036] It judges with the above-mentioned watch locking-dog circuit 85 being unusual, when the processing time is supervised about each control units CPU1 and CPU2, this separates from the predetermined range and level change of each output does not occur beyond fixed time amount in this example, while having the fault detection function judged to be unusual as well known from the former. Moreover, when abnormalities are detected in the above-mentioned dummy output comparator circuit 80, after power-off is carried out, the above-mentioned output latch circuit 90 is a circuit which latches a control output until it is turned on again, and cuts a solenoid drive circuit with an output cut signal. When it latches an abnormality decision output, a reset circuit 95 is a reset circuit prepared in order to check actuation of this circuit, and can carry out the actuation check of stopping an engine etc. by forming this circuit 95, without turning off a system completely. However, in this example, the count which can reset the above-mentioned output latch circuit is

restricted at once more preferably.

[0037] In the above configuration, if a system is started, data communication will be performed among both the control units CPU [CPU1 and] 2, and input data and dummy output mode (it changes for every control period) will be exchanged. And a certain promised same processing (operation) is performed by each control units CPU1 and CPU2. And a synchronous output is carried out to the above-mentioned dummy output comparator circuit 80 by considering the result of an operation as a dummy output, and coincidence/inequality is made to judge by the exclusive "or" circuit 81. And in the case of an inequality, it is judged with it being unusual. As a result of the above-mentioned comparison test, a partner control unit, coincidence, or when mostly in agreement, it uses for the operation of subsequent actual control, one of control units 2, for example, control unit CPU.

[0038] The following approaches can be considered when carrying out an abnormality judging in the above-mentioned dummy output comparator circuit 80.

- The timer which permits the maximum of gap (a clock gap and synchronous gap) of the output of forward always is given, and it judges with it being unusual with inequality time amount exceeding this.
- It judges with the time of the inequality time amount except gap of the output of forward always being integrated beyond fixed time amount being unusual. (Addition is performed to the inside of predetermined time, or reset)
- It judges with the time of the inequality of the time amount exceeding gap of the output of forward always being integrated more than the count of predetermined being unusual. [(Addition is performed to the inside of predetermined time, or reset)

[0039] An example of the abnormality judging by the above approaches is shown in the graph of drawing 6 . That is, if it is not judged with abnormalities, but gap of an output becomes large above to some extent (ΔT_2) and the maximum of output gap of always [forward] is exceeded when gap of the dummy output of both the control units CPU1 and CPU2 is very small (ΔT_1) and smaller than output gap of forward always, it will be judged with it being unusual. Moreover, an abnormality judging is performed by operation of the watch locking-dog circuit 85 when the level is fixed for the dummy output of both the control units CPU1 and CPU2 beyond predetermined time (ΔT_3).

[0040] In addition, when making it calculate based on the data which are easy to shift especially in time when sampling a signal from a wheel speed sensor and considering as input data for example, you may make it make the result of an operation in agreement by the following approaches based on exchange of input data so that a judgment result may not become too severe by unescapable gap of this input data.

- The result of an operation is made in agreement by the same input data and the same data processing.
- When input data differs and it is the almost same input data, it is made for the result of an operation to become almost the same.
- When input data differs, it calculates using the decided input data group, and the result of an operation is made in agreement. In this case, you may make it carve the decided input data group by the switch input.

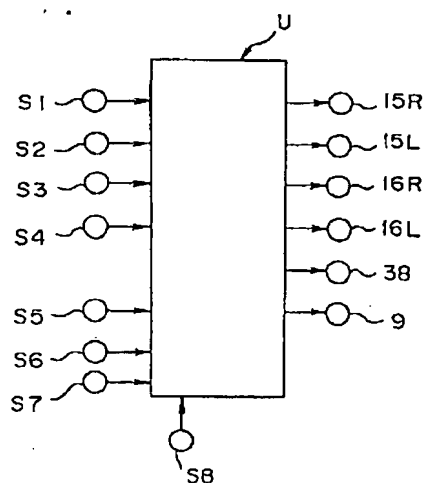
[0041] As explained, according to this example, as mentioned above, the dummy output comparator circuit 80 which detects failure of each control units CPU1 and CPU2 Since it is prepared in the exterior of control units CPU1 and CPU2, while being able to compare about each control units CPU1 and CPU2 by the result of the last which finished all processings and being able to perform more synthetic fault detection To being one or more periods of control, by this example, the time amount which a failure judging takes is only gap of the clock between control units CPU [CPU1 and] 2 or an output period, and can usually shorten failure judging time amount sharply with the conventional watch locking dog. Moreover, since fault detection is performed by detecting the inequality of a processing result in the above-mentioned dummy output comparator circuit 80, only by processings differing slightly among each control units CPU [CPU1 and] 2, a thing judgment is made and the mutual processing result can detect more certainly failure of each control units CPU1 and CPU2 compared with a different case where the AND circuit is generally performing fault detection conventionally. Therefore, even when it is unusual, few things [things] do not start coincidence failure, the conventional watch locking dog, or health check of both the control units CPU1 and CPU2 and which detect become possible. Furthermore, since the data of the processing result instead of easy timer processing can be compared like the conventional watch locking dog, the applicability of troubleshooting can be extended compared with the former.

[0042] Apart from the output for actual control, since especially each above-mentioned control units CPU1 and CPU2 can output the above-mentioned dummy output to the above-mentioned dummy output comparator circuit 80, also about the various processings which cannot be outputted to the exterior of a control system, they can compare the processing result of each control units CPU1 and CPU2, and can extend the applicability of troubleshooting further.

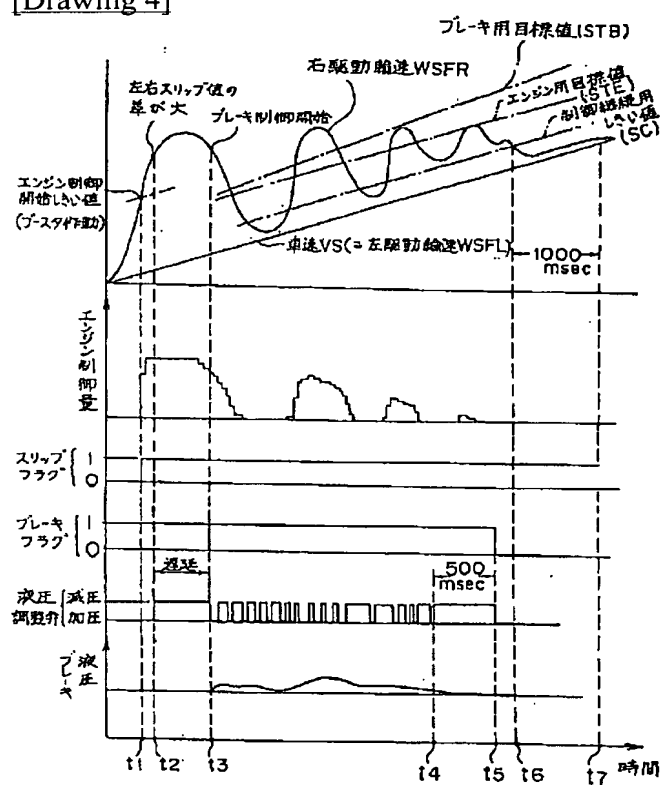
[0043] In addition, although the above-mentioned example was equipped with two control units which have the same function, it can have a reliable troubleshooting function comparatively at a low price and similarly by carrying out only to troubleshooting which does not instead have a control function [as opposed to the exterior for one unit]. In this case, as it is the following, mitigation of the amount of operations can be aimed at.

- According to an input state, only for example, the control modes -- what kind of control throat contents like are performed -- are judged, and let this be dummy output data.
- Only the processing time of other control units is judged according to an input state, and they are other control YUNITSU. It compares with the actual processing time of TO. In this case, place to the pattern of processing, and it It is necessary to give the data of *****.

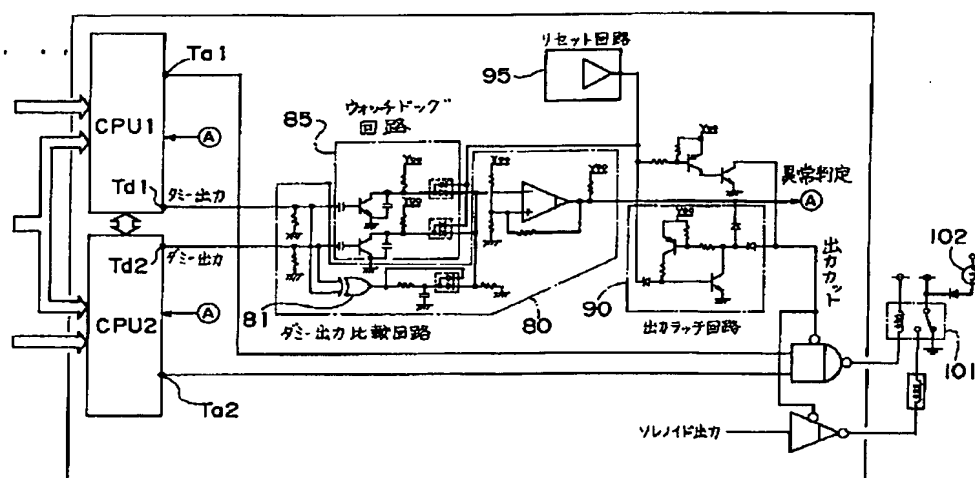
[Translation done.]



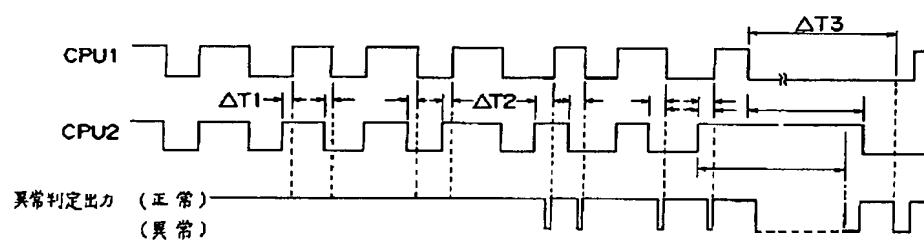
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 6 - 1 7 4 5 9 9

(43)公開日 平成6年(1994)6月24日

(51)Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 M 17/00

J

K

B 6 0 R 16/02

R 7812-3 D

// B 6 0 T 8/90

7504-3 H

審査請求 未請求 請求項の数 2

(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-323134

(22)出願日 平成4年(1992)12月2日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(71)出願人 591003345

ナルデック株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(71)出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72)発明者 加藤 進二

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式
会社内

(74)代理人 弁理士 青山 葆 (外1名)

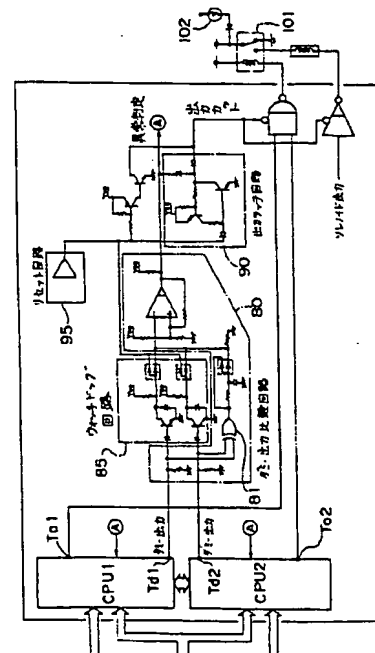
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 故障診断方法

(57)【要約】

【目的】 従来のウォッチドッグでは検出が難しい僅かな故障でも検出が可能で、しかも検出時間を短くすることができる故障診断方法を提供する。

【構成】 複数の制御ユニットCPU1, CPU2を備えた制御システムにおける各制御ユニットの故障診断方法であって、上記各制御ユニットに所定の処理を行わせるとともに、この処理結果を示す各出力データを、制御ユニットの外部に設けられたダミー出力比較回路80によって相互比較し、両者が不一致の場合に、少なくともいずれかの制御ユニットが故障であると診断することを特徴とし、また、上記各制御ユニットは、実際の制御のための出力とは別に、制御系の外部に対して出力されることのないダミー出力を、上記ダミー出力比較回路に対して出力し得ることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の制御ユニットを備えた制御システムにおける各制御ユニットの故障診断方法であって、上記各制御ユニットに所定の処理を行わせるとともに、この処理結果を示す各出力データを、制御ユニットの外部に設けられた不一致検出回路によって相互比較し、両者が不一致の場合に、少なくともいずれかの制御ユニットが故障であると診断することを特徴とする故障診断方法。

【請求項2】 請求項1記載の故障診断方法において、上記各制御ユニットは、実際の制御のための出力とは別に、制御系の外部に対して出力されることのないダミー出力を、上記不一致検出回路に対して出力し得ることを特徴とする故障診断方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、複数の制御ユニットを備えた制御システムにおける各制御ユニットの故障診断方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、制御ユニットの故障によるシステムの誤作動を防止するために、制御ユニットに自己診断機能を付与し、この自己診断によって故障と診断した際には、その出力をカットさせるようにすることは、一般に良く行なわれている(例えば、特開昭61-107436号公報参照)。また、このような制御ユニットの故障診断方法、特に、通常動作中に行ない得る故障診断方法として、処理時間を監視してこれが所定の範囲から外れた場合には故障と診断する方法(所謂、ウォッチドッグ)が知られており、ソフトウェアによる処理時間の監視(内部ウォッチドッグ)やソフトウェアとハードウェアによる処理時間の監視(外部ウォッチドッグ)により、制御ユニットの故障診断を行う方法が知られている。

【0003】 特に、例えば、自動車における4WS(4輪操舵)制御あるいはABS制御などのように、重要度が高い制御システムの場合、その信頼性を十分に確保するために、制御ユニットを複数設け、一つが故障しても他の制御ユニットによって支障なく制御を実行できるようにすることが考えられているが、このように複数の制御ユニットを備えた制御システムにおいては、個々の制御ユニットが他の制御ユニットの処理時間を監視する相互監視を行わせることにより、故障検出性能を大いに高めることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のように複数の制御ユニットを備えた制御システムにおいて、個々の制御ユニットに設けられたウォッチドッグ機能によって相互の処理時間を監視し、故障検出を行う場合でも、以下のような故障が全て同時に発生した場合には、これを検出することが難しい。

① 電源変動や強電界ノイズの発生等により、全ての制御ユニットが故障した場合。

② ウォッチドッグの対象となる処理をウォッチドッグタイマ内に行いながらの故障など、ウォッチドッグで検出できないタイプの故障である場合。

③ 相互監視のプログラムをパスする故障など、相互監視にかからない故障である場合。

上記のような故障は、その発生の確率は非常に低いのであるが、システムの信頼性が極めて高度に要求される場合には、これを検出できるようにすることが望まれている。

【0005】 また、上記ウォッチドッグは、例えば制御周期など一定の処理に対する処理時間を監視するものであるので、少なくともその処理時間(例えば制御の1周期)が経過するまでは故障診断の結果を得ることができない。更に、上記ウォッチドッグは、最終的にはタイマ値を比較するだけの処理であるので、適用できる範囲がある程度限定されたものになる。

【0006】 そこで、この発明は、従来のウォッチドッグでは検出が難しい僅かな故障でも検出が可能で、しかも検出時間を短くすることができる故障診断方法を提供することを目的としてなされたものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 このため、本願の第1の発明は、複数の制御ユニットを備えた制御システムにおける各制御ユニットの故障診断方法であって、上記各制御ユニットに所定の処理を行わせるとともに、この処理結果を示す各出力データを、制御ユニットの外部に設けられた不一致検出回路によって相互比較し、両者が不一致の場合に、少なくともいずれかの制御ユニットが故障であると診断することを特徴としたものである。

【0008】 また、本願の第2の発明は、上記第1の発明において、上記各制御ユニットは、実際の制御のための出力とは別に、制御系の外部に対して出力されることのないダミー出力を、上記不一致検出回路に対して出力し得ることを特徴としたものである。

【0009】

【発明の効果】 本願の第1の発明によれば、各制御ユニットの故障を検出する不一致検出回路は、制御ユニットの外部に設けられているので、各制御ユニットについて全ての処理を終えた最終の結果で比較することができ、より総合的な故障検出を行うことができるとともに、故障判定に要する時間が、従来のウォッチドッグでは、通常、制御1周期以上であるのに対して、本発明方法では、制御ユニット間のクロックまたは出力周期のズレのみであり、故障判定時間を大幅に短縮することができる。また、故障検出は、上記不一致検出回路で処理結果の不一致を検出することによって行なわれるので、各制御ユニット間で僅かに処理が異なるだけで互いの処理結果は異なったものの判断され、従来、一般に論理積回路で

故障検出を行っていた場合に比べて、各制御ユニットの故障をより確実に検出することができる。従って、全制御ユニットの同時故障や従来のウォッチドッグや相互監視にかからないような僅かな異常でも検出することが可能になる。更に、従来のウォッチドッグのように簡単なタイマ処理ではなく、処理結果のデータを比較することができるので、故障診断の適用範囲を従来に比べて広げることができる。

【0010】また、本願の第2の発明によれば、基本的には、上記第1の発明と同様の効果を奏することができる。しかも、その上、上記各制御ユニットは、実際の制御のための出力とは別に、上記ダミー出力を上記不一致検出回路に対して出力することができるので、制御系の外部に出力することができない種々の処理についても、各制御ユニットの処理結果を比較することができ、故障診断の適用範囲をより一層広げることができる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例を、例えば、自動車のABS／トラクション制御を行う制御ユニットの故障診断に適用した場合を例にとり、添付図面に基づいて詳細に説明する。まず、本実施例に係る自動車の主としてブレーキ液圧回路の構成について説明する。図1において、1FLは左前輪、1FRは右前輪、1RLは左後輪、1RRは右後輪である。車体前部にはエンジン2が横置きに搭載され、該エンジン2での発生トルクは、クラッチ3、変速機4、差動ギヤ5に伝達された後、左ドライブシャフト6Lを介して左前輪1FLに、また右ドライブシャフト6Rを介して右前輪1FRに伝達される。このように、車両は、前輪1FL、1FRが駆動輪とされ、後輪1RL、1RRが従動輪とされた前輪駆動車とされている。

【0012】各車輪に装備されたブレーキ7FL～7RRは、油圧式とされたディスクブレーキとされている。また、ブレーキ液圧発生源としてのマスタシリンダ8は、2つの吐出口8a、8bを有するタンデム型とされている。このマスタシリンダ8の一方の吐出口8aから伸びるブレーキ配管13は、途中で2本に分岐されて、分岐配管13Fが左前輪用ブレーキ7FL(のキャリパ内に装備されたホイールシリンダ)に接続され、分岐配管13Rが右後輪用ブレーキ7RRに接続されている。マスタシリンダ8の他方の吐出口8bから伸びる分岐配管14も2本に分岐されて、分岐配管14Fが右前輪用ブレーキ7FRに接続され、分岐配管14Rが左後輪用ブレーキ7RLに接続されている。

【0013】前輪用すなわち駆動輪用の分岐配管13F、14Fには、電磁式の液圧調整弁15Lあるいは15Rが接続され、後輪用の分岐配管13R、14Rには、電磁式の開閉弁16Lあるいは16Rが接続されている。液圧調整弁15L、15Rは、ブレーキ7FL、7FRへのマスタシリンダ8からのブレーキ液圧供給と、

該ブレーキ7FL、7FRのブレーキ液圧を配管21L、21Rを介してリザーバタンク22L、22Rへ解放する態様とを切換えるもので、この切換制御は、制御部Uに備えられた制御ユニットからの制御信号によって行なわれる。また、リザーバタンク21Lのブレーキ液は、ポンプ23Lによって、逆止弁24Lが接続された配管25Lを介して配管13に戻され、同様に、リザーバタンク22Rのブレーキ液は、ポンプ23Rによって、逆止弁24Rが接続された配管25Rを介して配管14に戻される。

【0014】ブレーキペダル12に対する踏込み力は、倍力装置すなわちブレーキブースタ11を介してマスタシリンダ8に伝達される。このブースタ11は、基本的には、従来から良く知られている真空倍力装置と同じであるが、より好ましくは、スリップ制御の際には後述するように、ブレーキペダルの踏込み操作が行なわれていなくても倍力作用を行なうように構成されている。

【0015】ブースタ11は、車体およびマスタシリンダ8に固定されたケース31を有し、該ケース31内が、ダイヤフラム32とこれに固定されたバルブボディ33とによって、第1室34と第2室35とに画成されている。第1室34には常に負圧(例えばエンジン2の吸気負圧)が供給されており、ブレーキペダルが踏込み操作されていないときは第2室35が第1室34と連通されて、ブースタ11の作動が停止された状態とされる。そして、ブレーキペダル12を踏込み操作すると、第2室35に大気圧が供給され、これによりダイヤフラム32がバルブボディ33と共に前方へ変位して倍力機能が行なわれる。

【0016】第2室35に対する負圧供給と大気圧供給との切換えは、基本的には、バルブボディ33内に装備された弁装置によってなされる。このバルブボディ33部分を図2に基づいて説明する。まず、バルブボディ33は、ダイヤフラム32に固定されるパワーピストン41を有し、このパワーピストン41に形成された凹部41a内には、リアクションディスク42と出力軸43の基端部とが嵌合されている。この出力軸43は、マスタシリンダ8の入力軸となるものである。また、ブレーキペダル12に連結された入力軸44の先端部には、バルブボディ33内において、バルブブランジャ45が取り付けられている。このバルブブランジャ45の後方には、真空弁46が配設されている。

【0017】パワーピストン41には圧力導入通路50が形成されており、該圧力導入通路50は常時、前記バルブブランジャ45の周囲に形成される空間Xに連通されている。この空間Xは、常に第2室35と連通されている。そして、圧力導入通路50の空間X側への開口端部に、前記真空弁46が離着座される弁座47が形成されている。また、真空弁46は、バルブブランジャ45の後端に形成された弁座45aに対しても離着座され

10

20

30

40

50

る。

【0018】以上のような構成において、いま、圧力導入通路50に負圧が導入されている場合を想定する。この状態で、ブレーキペダル12が踏み操作されていないときは、図2の状態、スプリング48,49の付勢力によって真空弁46が弁座45aに着座するも、弁座47とは離間されている。したがって、圧力導入通路50からの負圧は、空間Xを介して第2室35に導入され、倍力作用は行なわれない。

【0019】ブレーキペダル12を踏み操作すると、入力軸44したがってバルブプランジャ45が前方動(図中左方動)される。この前方動の際、真空弁46は、先ず弁座47に着座して空間Xと圧力導入通路50との連通を遮断し、その後、真空弁46に対して弁座45aが離間される。この真空弁46と弁座45aとが離間することにより、バルブボディ33の後方からの大気圧が空間Xに導入されて、第2室35が大気圧となる。これにより、ダイヤフラム32がバルブボディ33と共に前方へ変位し、この結果、出力軸43が前方動して倍力作用が行なわれる。マスタシリンダ8からのブレーキ反力は、リアクションディスク42を介して、バルブプランジャ45したがってブレーキペダル12に伝達される。ブレーキペダル12の踏み操作力が解放されると、リターンスプリング36(図1参照)により図2の状態へ復帰して、次の倍力作用に備えることになる。

【0020】以上説明した部分は、既知の真空倍力装置と同じであるが、本実施例では、より好ましくは、スリップ制御のために、圧力導入通路50に対して、第1室34の負圧を導入させる状態と大気圧を導入させる状態とに切り替えるようにしている。すなわち、第1室34と圧力導入通路50とが配管37を介して接続され、該配管37に3方電磁切換弁38(図1参照)が接続されている。この切換弁38は、消磁時に圧力導入通路50を第1室34に連通させ、励磁時に圧力導入通路50に大気圧を導入させる。この切換弁38が励磁されて圧力導入通路50に大気圧が導入されると、前記空間Xしたがって第2室35は、ブレーキペダル12の踏み操作が行なわれていなくても大気圧となり、この結果、倍力作用を行なってマスタシリンダ8にブレーキ液圧を発生させることになる。

【0021】図3は、制御系を簡略的に示すものであり、同図中Uは、マイクロコンピュータを利用して構成された制御ユニットを有する制御部である。後で、詳しく説明するように、この制御部Uには、複数(例えば2個)の制御ユニットが設けられている。上記制御部U内の制御ユニットには、センサあるいはスイッチS1~S8からの信号が入力される。センサS1~S4は、各車輪1FL~1RRの回転速度を検出するものである。スイッチS5はアクセルペダル10が全閉となったときにオンとされるアクセルスイッチである。スイッチS

6, S7はそれぞれブレーキペダル12が踏み操作されたときに作動されるもので、例えば一方のスイッチは常閉型とされ、他方は常閉型とされる。センサS8はエンジン回転数を検出するものである。また、制御部U内の制御ユニットからは、図3に示す各機器類に出力されるが、符号9は、エンジン2の発生トルクを調整するトルク調整手段である。なお、トルク調整手段9は、例えば吸入空気量調整することにより、あるいは燃料カット気筒数と点火時期調整との組み合わせにより、発生トルク調整を行なうものである。

【0022】次に、スリップ制御の概要について、図4をも参照しつつ説明する。なお、図4では、左駆動輪1FLにはスリップが生じてなくて、右駆動輪1FRに大きなスリップが生じた場合を例に示してある。

【0023】①エンジン制御

先ず、エンジン制御の開始は、左右前輪1FL, 1FRの各スリップ値のうち、大きい方のスリップ値が所定の開始しきい値以上となった時点で開始される(図4のt1時点)。エンジン制御は、実際のスリップ値がエンジン用目標値(第1目標値)STEとなるように、トルク調整手段9をフィードバック制御することにより行なわれる。エンジン制御の中止は、アクセルが全閉になったとき、あるいは実際のスリップ値が制御継続用しきい値SC(第1目標値よりも小)となった時間が所定時間以上継続したとき(図4のt6~t7)に行なわれる。

【0024】②ブレーキ制御

ブレーキ制御の開始は、次の条件の全てを満足したときとされる。第1の開始条件は、エンジン制御中であることである。第2の開始条件は、左右駆動輪1FL, 1FRの実際のスリップ値の差が所定値以上となったことである(図4のt2)。第3の開始条件は、車速が所定の第1車速V1以下であることである。第4の開始条件は、後述する所定の遅延時間を経過したことである。

【0025】このブレーキ制御の開始に先立ち、応答遅れを見込んで、エンジン制御の開始と同時に切換弁38が励磁されて、ブースタ11が倍力作用状態とされると共に、液圧調整弁15L, 15Rはリリーフ位置に、また開閉弁16L, 16Rは閉とされる。そして、切換弁38を励磁した後、実際のスリップ値が所定の減速度を示すようになると(所定の減速度を示すまでの時間が前記遅延時間とされ、図4ではt2~t3の間)、ブレーキ制御が開始される。

【0026】ブレーキ制御は、左右駆動輪1FL, 1FRについて個々独立して、それぞれ実際のスリップ値がブレーキ用目標値(第2目標値)STB(>STE)となるように、液圧調整弁15L, 15Rをフィードバック制御することにより行なわれる(デューティ制御)。

【0027】ブレーキ制御の中止は、次のいずれか1つの条件を満足したときに行なわれる。第1の中止条件は、エンジン制御が中止されたときである。第2の中止

条件は、車速が所定の第2車速 V_2 ($V_2 > V_1$)以上の高車速となったときである。第3の中止条件は、左右の液圧調整弁15L, 15Rに対する制御信号が、いずれも減圧を示しかつ所定時間(実施例では500msec)継続したときである(図4の $t_4 \sim t_5$)。

【0028】第4の中止条件は、左右のブレーキ7FL, 7FRのブレーキ液圧が共に零となったときである。第5の中止条件は、ブレーキペダル12が踏み込み操作されたことが、スイッチS6, S7のいずれか一方で検出されたときである(スイッチS6, S7によりブレーキペダル12が踏み込み操作されていることが検出されたときは、ブレーキ制御の開始が禁止される)。

【0029】ブレーキ制御中止の際は、エンジン制御が行なわれている限り切換弁38は作動されており、液圧調整弁15L, 15Rはリリーフ位置にあり、開閉弁16L, 16Rは閉状態とされる(ブレーキ制御開始までの待機状態と同じ状態)。そして、エンジン制御が中止された時点あるいはブレーキペダル12が踏み込み操作された時点で、切換弁38が消磁されるようになっている。

【0030】本実施例では、上記したように、前輪側すなわち駆動輪側のブレーキ液圧を調整する液圧調整弁15L, 15Rはの制御は、上記制御部U内の制御ユニットからの制御信号によって行なわれるが、上記制御部Uは2個の制御ユニットを備えており、これら両制御ユニットは、相互監視による故障診断を行い、いずれか一方が故障した場合でも、他方によって支障なく制御の実行が行えるようになっている。

【0031】以下、上記複数(2個)の制御ユニットの故障診断方法について説明する。図5に示すように、上記制御部は、2個の制御ユニットCPU1, CPU2を備え、両制御ユニットCPU1, CPU2どうしは互いにデータ交換することができるようになっている。各制御ユニットCPU1, CPU2は、本来の制御信号を出力する出力部(出力端子: Ta1, Ta2)の他に、後で詳しく説明するように、故障診断用のダミー信号を出力するダミー出力部(出力端子: Td1, Td2)が設けられている。各制御ユニットCPU1, CPU2から出力されたダミー信号は、ウォッチドッグ回路85に入力されるとともに、本願でいう不一致検出回路としてのダミー出力比較回路80に入力される。上記ウォッチドッグ回路85およびダミー出力比較回路80の出力側には、出力ラッチ回路90が設けられている。また、この出力ラッチ回路90には、リセット回路95が付設されている。

【0032】また、本実施例では、上記液圧調整弁15(15L, 15R)は、電磁ソレノイドバルブで構成され、例えば一方の制御ユニットCPU2からの出力信号(ソレノイド出力)によって作動させられるようになっており、ソレノイドバルブ駆動回路には、フェイルセーフリレー101及びワーニングランプ102が設けられている。

【0033】上記ダミー出力は、実際の制御のための出力とは別に、制御系の外部に対して出力されることのない故障診断用に生成された出力信号である。このダミー出力を生成する方法としては、例えば、ある一定の約束に従って、ダミー出力データを、実際の制御とは無関係に周期的に変更させる方法が考えられる。また、ダミー出力の代わりに実際の制御に用いられる出力データを、そのまま、あるいは、必要に応じて加工した後、ダミー出力として出力するようにしても良い。更に、実際の制御中に行うことは難しいが、CPU内部のハードウェア全部を機能動作させた結果をダミー出力としても良い。更に、また、ダミー出力のデータが一定になる場合、この一定の所で故障が生じるとその検出が難しくなるので、ある処理を行い変化させたデータをダミー出力として使用するようにしても良い。

【0034】また、上記ダミー出力データの出力方法としては、次のような方法が考えられる。

- ・ ダミー出力データをパルス幅(PWM)でダミー出力する。この場合、パルス幅を拡大あるいは縮小するようにしても良い。
- ・ ダミー出力データをパルス周期(FM)でダミー出力する。
- ・ ダミー出力データをD/A変換し、アナログ量でダミー出力する。
- ・ ダミー出力データをパラレルにダミー出力する。

【0035】上記ダミー出力比較回路80は、排他的論理和回路81を備え、制御ユニットCPU1, CPU2から入力されてきた二つの出力信号について、不一致を検出することにより、制御ユニットCPU1, CPU2の故障を検出するもので、各制御ユニットCPU1, CPU2間で僅かに処理が異なるだけで互いの処理結果は異なったものの判断され、従来、一般に論理積回路で故障検出を行っていた場合に比べて、各制御ユニットCPU1, CPU2の故障をより確実に検出することができる。

【0036】上記ウォッチドッグ回路85は、従来から良く知られているように、各制御ユニットCPU1, CPU2についてその処理時間を監視し、これが所定の範囲から外れた場合には異常と判断する故障検出機能を有するとともに、本実施例では、各出力のレベル変化が一定時間以上発生しないときは、異常と判定する。また、上記出力ラッチ回路90は、上記ダミー出力比較回路80で異常が検出された際には、パワーOFFされた後、再びONされるまでは制御出力をラッチする回路であり、出力カット信号によってソレノイド駆動回路をカットする。リセット回路95は、異常判定出力をラッチする場合、この回路の作動を確認するために設けられたリセット回路で、この回路95を設けることにより、エンジンを停止させるなど、システムを完全にOFFせずに作動確認することができる。ただし、本実施例では、よ

り好ましくは、上記出力ラッチ回路をリセットできる回数は一回に制限されている。

【0037】以上の構成において、システムが起動されると、両制御ユニットCPU1、CPU2間でデータ通信が行なわれ、入力データ及びダミー出力モード(制御周期毎に変化する)を交換する。そして、ある約束された同じ処理(演算)が各制御ユニットCPU1、CPU2で行なわれる。そして、その演算結果をダミー出力として上記ダミー出力比較回路80に対して同期出力させ、排他的論理和回路81によって一致/不一致を判定させる。そして、不一致の場合には、異常と判定されるようになっている。上記比較判定の結果、相手制御ユニットと一致、もしくは、ほぼ一致している場合には、いずれか一方の制御ユニット、例えば制御ユニットCPU2を、その後の実際の制御の演算に用いる。

【0038】上記ダミー出力比較回路80で異常判定する場合、例えば次のような方法が考えられる。

- ・ 正常時の出力のズレ(クロックずれや同期ずれ)の最大値を許容するタイマを持たせ、不一致時間がこれを越えたと異常と判定する。

- ・ 正常時の出力のズレを除く不一致時間が一定時間以上積算されたとき異常と判定する。(積算は、所定時間内あるいはリセットまで行う)

- ・ 正常時の出力のズレを越える時間の不一致が所定回数以上積算されたとき異常と判定する。(積算は、所定時間内あるいはリセットまで行う)

【0039】上記のような方法による異常判定の一例を、図6のグラフに示す。すなわち、両制御ユニットCPU1、CPU2のダミー出力のズレが非常に小さく($\Delta T1$)、正常時の出力ズレより小さい場合には、異常とは判定されず、出力のズレがある程度以上大きくなり($\Delta T2$)、正常時の出力ズレの最大値を越えたと、異常と判定される。また、両制御ユニットCPU1、CPU2のダミー出力が、所定時間($\Delta T3$)以上、そのレベルが固定された場合には、ウォッチドッグ回路85の作用によって異常判定が行なわれる。

【0040】尚、例えば、車輪速センサから信号をサンプリングして入力データとする場合など、時間的に特にズレ易いデータに基づいて演算を行わせる場合には、この入力データの不可避的なズレにより、判定結果が過度に厳しいものとなることがないように、入力データの交換に基づいて、例えば以下のような方法により、演算結果を一致させるようにしても良い。

- ・ 同一入力データおよび同一演算処理により演算結果を一致させる。

- ・ 入力データが異なる場合、ほぼ同じ入力データのとき、演算結果がほぼ同じになるようにする。

- ・ 入力データが異なる場合、決められた入力データ群を用いて演算を行い、演算結果を一致させる。この場合、決められた入力データ群をスイッチ入力により切り

分けるようにしても良い。

【0041】以上、説明したように、本実施例によれば、各制御ユニットCPU1、CPU2の故障を検出するダミー出力比較回路80は、制御ユニットCPU1、CPU2の外部に設けられているので、各制御ユニットCPU1、CPU2について全ての処理を終えた最終の結果と比較することができ、より総合的な故障検出を行うことができるとともに、故障判定に要する時間が、従来のウォッチドッグでは、通常、制御1周期以上であるのに対して、本実施例では、制御ユニットCPU1、CPU2間のクロックまたは出力周期のズレのみであり、故障判定時間を大幅に短縮することができる。また、故障検出は、上記ダミー出力比較回路80で処理結果の不一致を検出することによって行なわれるので、各制御ユニットCPU1、CPU2間で僅かに処理が異なるだけで互いの処理結果は異なったもの判断され、従来、一般に論理積回路で故障検出を行っていた場合に比べて、各制御ユニットCPU1、CPU2の故障をより確実に検出することができるのである。従って、両制御ユニットCPU1、CPU2の同時故障や従来のウォッチドッグや相互監視にかからないような僅かな異常でも検出することが可能になる。更に、従来のウォッチドッグのように簡単なタイマ処理ではなく、処理結果のデータを比較することができるので、故障診断の適用範囲を従来に比べて広げることができる。

【0042】特に、上記各制御ユニットCPU1、CPU2は、実際の制御のための出力とは別に、上記ダミー出力を上記ダミー出力比較回路80に対して出力することができるので、制御系の外部に出力することができない種々の処理についても、各制御ユニットCPU1、CPU2の処理結果を比較することができ、故障診断の適用範囲をより一層広げることができるのである。

【0043】尚、上記実施例は、同一機能を有する制御ユニットを2個備えたものであったが、この代わりに、一方のユニットを、外部に対する制御機能を持たない故障診断専用とすることにより、比較的廉価で、同様に信頼性の高い故障診断機能を備えることが可能である。この場合、以下のようにして、演算量の軽減を図ることができる。

- ・ 入力状態に応じて制御モード(例えば、どんな制御のどのような内容を実行しているかなど)のみを判定し、これをダミー出力データとする。

- ・ 入力状態に応じて他の制御ユニットの処理時間のみを判定し、他の制御ユニットの実際の処理時間と比較する。この場合、処理のパターンとそれに対する処理時間のデータを付与する必要がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例に係る自動車のブレーキ液圧回路の全体構成を概略的に示す構成図である。

【図2】 上記自動車のブレーキブースタの要部を示す

12

法を示す回路説明図である。

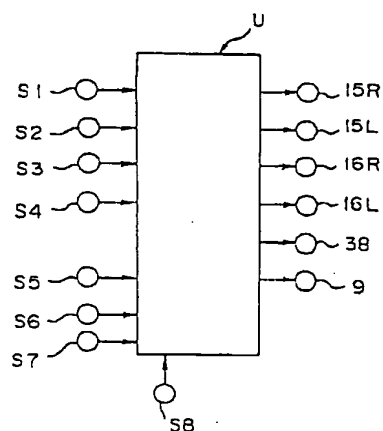
【図6】 上記故障診断方法による異常判定の一例を示すグラフである。

【符号の説明】

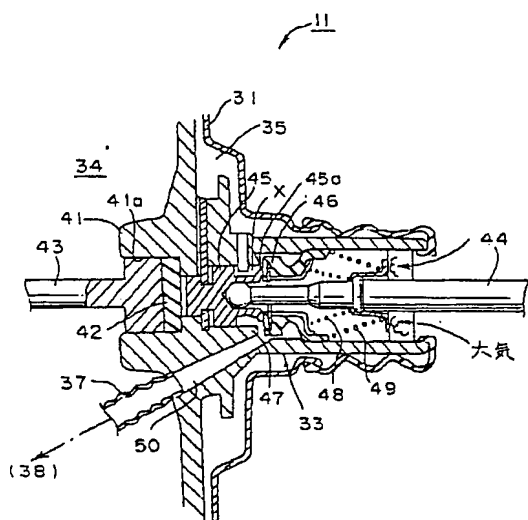
80…ダミ—出力比較回路(不一致検出回路)

CPU1, CPU2…制御ユニット

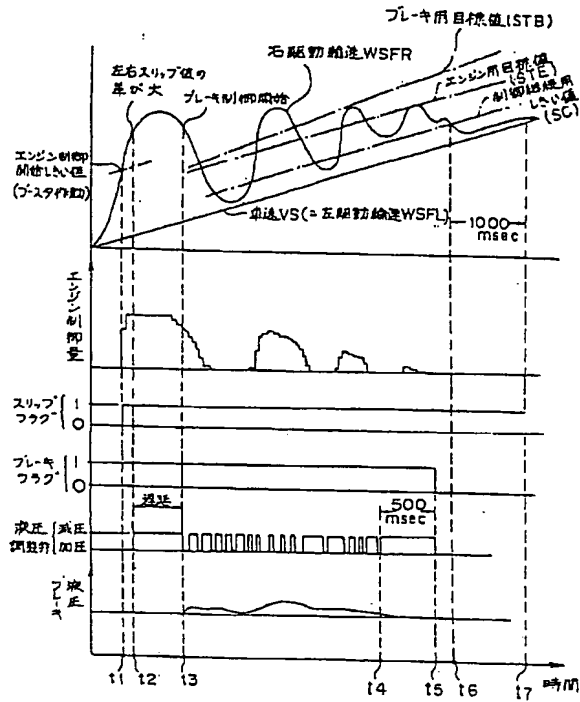
【図 3】



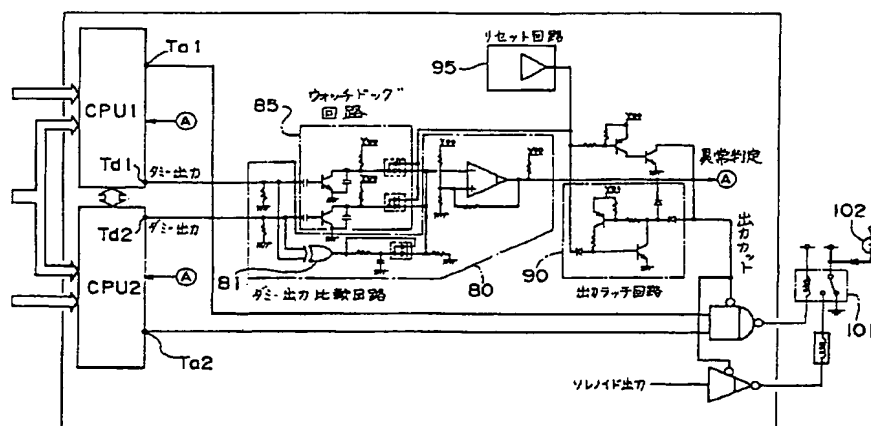
【図 2】



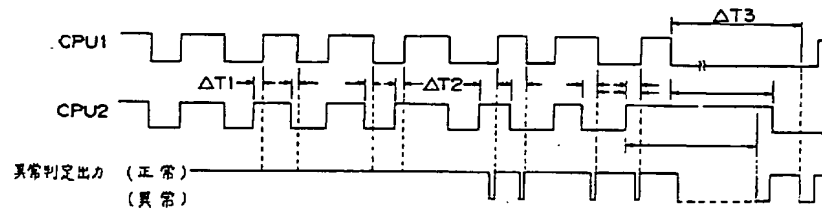
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 田川 親司
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 ナルデ
 ック株式会社内

(72)発明者 道平 修
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
 株式会社内
 (72)発明者 曾根 章
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
 株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.